

(51)

Int. Cl. 2

**C 21 B 5/04**

C 04 B 23/00

C 04 B 31/10

(19) **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DT 26 48 220 A 1**

(11)

# **Offenlegungsschrift 26 48 220**

(21)

Aktenzeichen:

P 26 48 220.2-24

(22)

Anmeldetag:

25. 10. 76

(43)

Offenlegungstag:

11. 8. 77

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

10. 2. 76 Japan 51-12795

7. 7. 76 Japan 51-79847

(54)

Bezeichnung:

Verfahren zur Behandlung von eisenhaltigen metallurgischen Schlacken und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

(71)

Anmelder:

Osaka Iron & Steel Co., Ltd., Osaka (Japan)

(74)

Vertreter:

Jackisch, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7000 Stuttgart

(72)

Erfinder:

Takai, Kiyoshi, Nishinomiya, Hyogo; Yamamoto, Naraharu, Suita; Yamamoto, Seiichi, Osaka (Japan)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

**DT 26 48 220 A 1**

Osaka Iron & Steel Co., Ltd.  
8, Umedacho, Kita-ku

A 35 472 - flo

Osaka-shi, Osaka-fu

25.01.1976

Japan

# P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Behandlung von eisenhaltigen metallurgischen Schlacken, gekennzeichnet durch die folgenden drei Verfahrensschritte:

- 1) Einstellen der Zusammensetzung der Schlacke, die durch Mischen von geschmolzener Hochofenschlacke mit Konverterschlacke oder einer eisenhaltigen metallurgischen Schlacke mit ähnlicher chemischer Zusammensetzung im Gewichtsverhältnis von 1 : 1.5 bis 1 : 9.5 gebildet wird, so daß die Zusammensetzung der entstehenden Schlacke in einem Bereich von  $\text{CaO/SiO}_2 = 1.3$  bis 1.65,  $\text{T.Fe} = 2$  bis 8 % und  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 7$  bis 18 % liegt.
- 2) Das metallische Eisen in der Schlacke wird durch Oxidation entfernt, wobei ein sauerstoffhaltiges Gas unter Verwendung einer Rohrlanze in die Schlacke geblasen wird, um eine gleichmäßige Schlackenzusammensetzung zu erhalten.
- 3) Durch langsames oder rasches Abkühlen der Schlacke wird eine luppenförmige oder eine granulierte Schlacke erhalten.

- 2 -

709832/0266

ORIGINAL INSPECTED

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine wassergekühlte Lanze (1) zum Blasen des sauerstoffhaltigen Gases in die eisenhaltige geschmolzene Schlacke aufweist, daß eine Stützeinrichtung zum Abstützen des oberen Teiles der Lanze und zum Drehantrieb der Lanzenhauptachse vorgesehen ist, daß die Lanze höhenverstellbar ist, daß die wassergekühlte Lanze ein einziges oder mehrfach verzweigtes Rohr aufweist, das am freien Ende mit Auslaßöffnungen für das sauerstoffhaltige Gas versehen sind, und daß das Zweigrohr unter einem Winkel von weniger als  $90^{\circ}$  zu dem vertikal hängenden Lanzenschaft liegt.

709832/0866

Osaka Iron & Steel Co., Ltd.  
8, Umedacho, Kita-ku

Osaka-shi, Osaka-fu

Japan

25. Ukt. 1976

- 3 -

# Verfahren zur Behandlung von eisenhaltigen metallurgischen Schlacken und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von eisenhaltigen metallurgischen Schlacken sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Es ist bekannt, daß Konverterschlacke eine hochbasische Schlacke ist, die von einem Konverterstahlwerk hergestellt wird. Tabelle 1 zeigt die chemischen Zusammensetzungen, die Basizität und die Schmelzpunkte von Konverterschlacke und Hochofenschlacke. Wie diese Tabelle zeigt, hat die Konverterschlacke eine hohe Basizität ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ ) von 2.5 bis 4.7, während die Gehalte an  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$  und T.Fe sich in der Schlacke stark in Abhängigkeit von den Verfahrensbedingungen ändern.

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung und Schmelzpunkte  
von Hochofenschlacke und Konverterschlacke

Chem. Zusammensetzung		Hochofenschlacke	Konverterschlacke
CaO	%	40 - 43	35 - 59
SiO <sub>2</sub>	%	32 - 36	10 - 18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	12 - 18	0.5 - 1.5
T. Fe	%	0.2 - 1.2	8.0 - 25.0
MgO	%	2.0 - 7.0	1.2 - 4.0
MnO	%	0.5 - 2.0	1.0 - 8.0

- 2 -

- 4 -

TiO <sub>2</sub>	%	0.5 - 2.2	0.5 - 1.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.02 - 0.10	1.5 - 3.0
S	%	0.70 - 1.50	0.06 - 0.20
F	%	tr.	0.3 - 0.9
CaO/SiO <sub>2</sub>		1.1 - 1.3	2.5 - 4.7
Schmelzpunkt	°C	1.360 - 1.430	1.450 - 1.630

Beachte: Bei der Angabe des T.Fe-Gehaltes in % sind kleine Eisenteilchen, die in der Konverterschlacke physikalisch gemischt sind, nicht enthalten.

Daher liegt der Schmelzpunkt der Konverterschlacke zwischen 1450° C und 1630° C, der um 80° bis 130° C höher ist als der Schmelzpunkt der Hochofenschlacke, der zwischen 1360° C und 1430° C liegt. Aus diesem Grund ist die Fluidität der Konverterschlacke bei gleicher Temperatur wesentlich geringer als die der Hochofenschlacke. Auf der Oberfläche der Konverterschlacke, die sich in der Schlackenpfanne vom Konverter befindet, bilden sich rasch verfestigte Schichten.

Soll von einer Konverterschlacke in einer trockenen Schlacken-grube ein Schlackenguß aus dünnen, zahlreichen Schichten hergestellt werden, dann ist ein Fluß in Form von dünnen Schichten schwierig zu erreichen, weil die Fluidität der Konverterschlacke schlecht ist. Es werden dadurch teilweise luppenförmige Blöcke gebildet.

- 3 -

709832/0866

- 3 -

.5.

Die Granulierung der geschmolzenen Konverterschlacke ist sehr gefährlich, weil die Fluidität der Schlacke gering ist und während des Granulierens Explosionen auftreten können. Zur Erklärung der Ursache dieser Explosionserscheinungen konnte noch keine eindeutige Theorie gefunden werden. Im allgemeinen wird jedoch angenommen, daß kleine metallische Eisenteilchen in der Konverterschlacke und die Schlackenfluidität in Zusammenhang mit den Explosionserscheinungen stehen.

Die in der Schlacke beobachteten kleinen metallischen Eisenteilchen sind oxidiert und geröstet und erhalten nach dem Verfestigen der Schlacke eine rötlichbraune Farbe. Die Eisenteilchen fallen von der verfestigten Schlacke ab.

Aus diesem Grunde wird eine zweckvolle Verwendung der Konverterschlacke stark beeinträchtigt.

Sowohl in der luppenförmigen als auch in der granulierten Schlacke tritt mit der Zeit, obwohl ein gewisser, von der Abkühlgeschwindigkeit und der Behandlungsweise abhängender Unterschied besteht, eine chemische Änderung des freien Kalkes in der Konverterschlacke auf, d.h. es werden Verfallserscheinungen (slaking phenomenon) beobachtet. Es werden auch Staubbildungserscheinungen (dusting phenomenon) beobachtet, die als Folge der Expansion innerhalb der Schlacke auftreten. Wenn die Konverterschlacke Regenwasser ausgesetzt wird, werden bekanntlich große Mengen an freiem Kalk gelöst.

Wie frühere Untersuchung gezeigt haben, wird beim Konverter-

- 4 -

709832/0866

- 4 -

. 6 .

verfahren zugegebener Kalk nicht vollständig verschlackt. Es hat sich aber gezeigt, daß der Kalk gleichmäßig, mikroskopisch in der Schlacke verteilt ist. Es wurde festgestellt, daß eine enge Beziehung zwischen der Basizität der Schlacke und dem nicht verschlackten Kalkgehalt besteht. Wenn die Basizität  $\text{CaO/SiO}_2$  der Schlacke vergrößert wird, nimmt der Anteil des nicht verschlackten Kalkes zu, und wenn die Basizität unter einen Wert von 2.0 sinkt, wird nicht verschlackter Kalk kaum beobachtet.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist durch die folgenden drei Verfahrensschritte gekennzeichnet:

1. Einstellen der Zusammensetzung der Schlacke, die durch Mischen von geschmolzener Hochofenschlacke mit Konverterschlacke oder einer eisenhaltigen metallurgischen Schlacke mit ähnlicher chemischer Zusammensetzung im Gewichtsverhältnis von 1:1.5 bis 1:9.5 gebildet wird, so daß die Zusammensetzung der entstehenden Schlacke in einem Bereich von  $\text{CaO/SiO}_2 = 1.3$  bis 1.65,  $\text{T.Fe} = 2$  bis 8 % und  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 7$  bis 18 % liegt.
2. Das metallische Eisen in der Schlacke wird durch Oxidation entfernt, wobei ein sauerstoffhaltiges Gas unter Verwendung einer Rohrlanze in die Schlacke geblasen wird, um eine gleichmäßige Schlackenzusammensetzung zu erhalten.
3. Durch langsames oder rasches Abkühlen der Schlacke wird eine luppenförmige oder eine granuliert Schlacke erhalten.

- 5 -

709832/0866

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß sie eine wassergekühlte Lanze zum Blasen des sauerstoffhaltigen Gases in die eisenhaltige, geschmolzene Schlacke aufweist, daß eine Stützeinrichtung zum Abstützen des oberen Teiles der Lanze und zum Drehantrieb der Lanzenhauptachse vorgesehen ist, daß die Lanze höhenverstellbar ist, daß die wassergekühlte Lanze ein einziges oder ein mehrfach verzweigtes Rohr aufweist, das am freien Ende mit Auslaßöffnungen für das sauerstoffhaltige Gas versehen ist, und daß das Zweigrohr unter einem Winkel von weniger als  $90^\circ$  zu dem vertikal hängenden Lanzenschaft liegt.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den Zeichnungen.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 in einem Diagramm die Beziehung zwischen den Schmelzpunkten einer synthetischen Schlacke und dem Mischungsverhältnis von Hochofenschlacke und Konverterschlacke,
- Fig. 2 verschiedene Ausführungsformen von Lanzen der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei k den aus den Lanzendüse austretenden Sauerstoffstrom angibt,
- Fig. 3 im Querschnitt die erfindungsgemäße Vorrichtung, wobei 9 ein Getriebe für den



- 6 -

. 8 .

Lanzenantrieb, 10 die Schlackenpfanne, 12 einen Kühlwassereinlaß eines rotierenden Anschlusses des mehrfach verzweigten Rohres und 14 einen Kühlwasserauslaß darstellen.

Im folgenden wird die Erfindung im wesentlichen anhand einer Konverterschlacke beschrieben. Anstelle dieser Konverterschlacke können auch andere eisenhaltige, metallurgische Schlacken mit einer ähnlichen chemischen Zusammensetzung verwendet werden.

Durch die Erfindung soll ein Verfahren und eine Vorrichtung geschaffen werden, mit denen im wesentlichen verschiedene Fehler von Konverterschlacken und Schwierigkeiten bei der Verarbeitung beseitigt werden sollen. Die Konverterschlacke hat eine hohe Basizität und einen hohen Eisengehalt. Außerdem treten große Schwankungen in der Zusammensetzung und in der Schmelztemperatur auf. Es sind daher Maßnahmen zur Erniedrigung der hohen Schmelztemperaturen der Schlacke, der Basizität, Verringerung in den Schwankungen der Zusammensetzung und Erniedrigung des Eisengehaltes der Schlacke erwünscht. Dies soll durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung erreicht werden.

Zur Verbesserung der chemischen Zusammensetzung der Schlacke ist in der Vergangenheit ein Verfahren zur Herstellung einer synthetischen Schlacke in Betracht gezogen worden, bei dem der Schlacke eine pulverförmige, feste Verbindung zugegeben worden ist, um eine gewünschte chemische Zusammensetzung

- 7 -

709832/0866

- 7 -

- 9 -

zu erreichen. Nachteilig bei diesem bekannten Verfahren ist jedoch, daß zum Schmelzen der festen Teilchen eine hohe Energie notwendig ist.

Gemäß der Erfindung werden die oben beschriebenen verschiedenen Fehler der Konverterschlacke verringert, indem die in Eisenerzeugungsfabriken erzeugte Hochofenschlacke in geschmolzenem Zustand der Konverterschlacke zugegeben und mit dieser gemischt und verrührt wird.

Als Grundversuch ist Hochofenschlacke, die unterschiedliche, durch ihre Vorbehandlung sich ergebende Zusammensetzung hat, in verschiedenen Verhältnissen der Konverterschlacke zuge-mischt worden. Dann sind Schmelzpunkte der synthetischen Schlacke, die durch Schmelzen der beiden Schlacken erzeugt wurde, erhalten worden.

Die chemischen Zusammensetzungen und Schmelzpunkte der Hochofenschlacke und der Konverterschlacke, die bei diesen Versuchen verwendet worden sind, liegen in einem großen Bereich, wie Tabelle 1 zeigt.

Die Basizität der Hochofenschlacke betrug  $\text{CaO/SiO}_2 = 1.1 - 1.3$ , und die Schmelzpunkte lagen zwischen  $1360^\circ \text{C}$  und  $1430^\circ \text{C}$ . Die Konverterschlacke hingegen hat eine Basizität von  $\text{CaO/SiO}_2 = 2.5$  bis  $4.7$  und Schmelzpunkte von  $1450^\circ \text{C}$  bis  $1630^\circ \text{C}$ .

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Fig. 1 dargestellt. Die obere Grenze der Schmelzpunkte ist durch die Kurve CD und die untere Grenze durch die Kurve EF dargestellt. Die

- 8 -

709832/0866

- 8 -

- 10 -

Schmelzpunkte der Versuchsproben lagen meist in diesem Temperaturbereich. In Fig. 1 ist das Mischungsverhältnis von Hochofenschlacke und Konverterschlacke angegeben, wobei die Summe der beiden Schlacken als 100 angenommen wird. Die Schmelzpunkte der synthetischen Schlacke bei einem Konverterschlacken-Mischungsverhältnis von Null bis 20 % betragen.  $1360^{\circ}\text{C}$  bis  $1410^{\circ}\text{C}$ . Diese Schmelzpunkte unterscheiden sich nicht sehr von den Schmelzpunkten der Hochofenschlacke. Bei einem Konverterschlacken-Mischungsverhältnis von 20 bis 30 % steigt der Schmelzpunkt allmählich von  $1370^{\circ}\text{C}$  bis  $1450^{\circ}\text{C}$ . Bei Konverterschlacken-Mischungsverhältnissen oberhalb von 30 % steigt der Schmelzpunkt rasch an und die Unterschiede zwischen den Maximal- und Minimalwerten werden allmählich größer. Der Schmelzpunkt hat einen Maximalwert für ein Mischungsverhältnis von 70 bis 80 % und erreicht zum Teil Werte über  $1650^{\circ}\text{C}$ . Bei Mischungsverhältnissen oberhalb 80 % wird der Schmelzpunkt wieder verringert.

Es hat sich herausgestellt, daß die großen Schwankungen des Schmelzpunktes der Konverterschlacke von  $1630^{\circ}\text{C}$  bis  $1450^{\circ}\text{C}$  von der Basizität der Konverterschlacke und den T.Fe-Gehalt durch diesen Versuch beeinflußt sind.

Wie oben beschrieben, entsprechen die Schmelzpunkte der synthetischen Schlacke, die durch Mischen von Hochofenschlacke und Konverterschlacke mit verschiedenen Verhältnissen erzeugt wird, nicht den Werten, die aus dem Mischungsverhältnis und den Schmelzpunkten der Hochofenschlacke und der Konverterschlacke selbst erwartet werden. Die Tatsache, daß der Schmelzpunkt der synthetischen Schlacke außerordentlich

- 9 -

709832/0866

- 8 -

-11-

hohe Werte für Mischungsverhältnisse von 70 % bis 80 % aufweist, wird durch Betrachten des quaternären Gleichgewichtsdiagrammes  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-FeO}$  und durch Analysieren der Versuche bestätigt.

Der Bereich der chemischen Zusammensetzung der synthetischen Schlacke, die durch Mischen der beiden Schlacken bei bestimmten Verhältnissen erhalten wird, ist bei der Erfindung begrenzt worden. Ein erster Grund hierfür ist, daß dann, wenn eine größere Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur der synthetischen Schlacke und dem Schmelzpunkt der synthetischen Schlacke besteht, nachfolgende Verfahren vorteilhafter durchgeführt werden können. Wenn beispielsweise die Hochofenschlacke mit einer Temperatur von  $1390^\circ\text{C}$  gleichmäßig mit einer Konverterschlacke bei einer Temperatur von  $1680^\circ\text{C}$  in einer Gießpfanne zur Aufnahme einer geschmolzenen Schlacke gemischt wird, ist die Temperatur der gebildeten synthetischen Schlacke offensichtlich, bezogen auf das Mischungsverhältnis der beiden Schlacken, meist proportional, wie dies die Kurve AB in Fig. 1 zeigt.

Wie oben beschrieben, liegt der Schmelzpunkt der synthetischen Schlacke im Temperaturbereich zwischen den beiden Kurven CD und EF. Wenn die Temperatur der hergestellten synthetischen Schlacke 50 bis  $100^\circ\text{C}$  höher ist als der Schmelzpunkt der synthetischen Schlacke, dann können nachfolgende Verfahrensschritte noch effektiver durchgeführt werden. Daher wird die Grenze des Konverterschlacken-Mischungsverhältnisses vorteilhaft auf 40 % festgesetzt.

- 10 -

709832/0866

- 10 -

. 12 .

Ein zweiter Grund für die Begrenzung des Bereiches der chemischen Zusammensetzung der synthetischen Schlacke bei bestimmten Verhältnissen liegt darin, daß in jeder Konverterschlacke die Bildung von Einmählüssen (dusting) und Verschlackungserscheinungen (slaking phenomenon) nicht vermieden werden können, hauptsächlich von ihrer chemischen Zusammensetzung. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird die Konverterschlacke durch Erzeugung einer synthetischen Schlacke durch Mischen mit Hochofenschlacke in einen Bereich stabiler chemische Zusammensetzung umgewandelt.

Durch Erniedrigung der Basizität der synthetischen Schlacke unter einen Wert von 1.65 ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2=1.65$ ) wird in der Konverterschlacke enthaltener, nicht verschlackter Kalk (not-slugged lime) vollständig gelöst, und eine komplizierte Verbindung, die hauptsächlich  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  enthält, das in hochbasischem Bereich auftritt, verschwindet. Auch eine komplizierte Verbindung, die hauptsächlich aus  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  besteht, wird stark verringert. Dadurch kann eine außergewöhnliche Ausdehnung dieser Komponenten, die von einer Umwandlung des  $\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$ -Typs begleitet wird, erheblich verringert werden.

Der T.Fe-Gehalt in der Konverterschlacke liegt meist in der Form von FeO vor. Der Gehalt an FeO kann auf einfache Weise durch Mischen mit Hochofenschlacke verringert werden. Um insbesondere Einschlußerscheinungen der synthetischen Schlacke zu Verhindern, wird der T Fe-Gehalt der Schlacke begrenzt auf 2 bis 8 %. Der  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalt in der synthetischen Schlacke ist auf einen Prozentgehalt unterhalb 18 % begrenzt worden, um den Schmelzpunkt der synthetischen Schlacke niedrig zu halten.

- 11 -

709832/0866

- 12 -

- 13 -

Wenn das Konverterschlacken-Mischungsverhältnis in bezug auf die Hochofenschlacke so gewählt wird, daß die resultierende Schlackenzusammensetzung innerhalb der chemischen Zusammensetzung liegt, die durch die Erfindung bestimmt ist, für ein Konverterschlackengewicht 1, dann wird das Hochofenschlackengewicht notwendigerweise 1.5 bis 9.5.

Wird eine so hergestellte synthetische Schlacke schnell oder langsam abgekühlt, wie es im Ausführungsbeispiel beschrieben ist, kann eine zweckvolle, mit Hochofenschlacke vergleichbare Schlacke erhalten werden, weil der Gehalt an freiem Kalk (free lime) gering ist und Verschlackungs- und Einschlußerscheinungen nur in geringem Maße auftreten.

Aber sogar nachdem beide Schlacken innerhalb des erfindungsgemäßen Verbindungsbereiches gemischt werden, treten sehr kleine metallische Eisenteilchen auf, die in der Konverterschlacke verteilt sind. Diese metallischen Eisenteilchen können können erfindungsgemäß äußerst wirksam und einfach durch Oxidationsverbrennung der metallischen Teilchen entfernt werden, indem ein Sauerstoff enthaltendes Gas in die Schlacke geleitet wird.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist so ausgebildet, daß entsprechend den Eigenschaften der eisenhaltigen, metallischen Schlacke und den Mischungsrührbewegungen ein großer Oxidationsbereich in kurzer Zeit wirkungsvoll ausgeführt werden kann.

Eine wassergekühlte Sauerstofflanze gemäß der Erfindung zur Durchführung der Oxidation und des Umrührens der geschmolzenen Schlacke hat an ihrem Ende ein einziges oder ein vielfach

- 12 -

709832/0866

.14.

verzweigtes Rohr, das an seinem Ende Sauerstoffausblasöffnungen aufweist und bis zu  $90^\circ$  zur Hauptachse der Lanze geneigt ist, wie die Ausführungsbeispiele a, b und c in Fig. 2 zeigen.

Bei dem in Fig. 2a dargestellten Ausführungsbeispiel liegt das Abzweigrohr unter einem Winkel von etwa  $30^\circ$  zum Hauptrohr. Die Lanze gemäß Fig. 2b weist zwei Abzweigrohre auf, die ähnliche Lanzenenden haben. Die in Fig. 2c dargestellte Ausführungsform weist mehrere Abzweigrohre auf, deren Lanzenenden in unterschiedlichen Höhen liegen.

Zur Rotation der Lanze in jeder Richtung ist an dem Lanzenstützteil eine Antriebseinrichtung montiert. Das Blasen von sauerstoffhaltigem Gas und Rotieren der Lanzenachse kann zur gleichen Zeit durchgeführt werden. Der Sauerstoffgasstrom wird in alle Richtungen geblasen. Durch Rotation der Lanze wird mechanisch gerührt. Durch diese beiden Maßnahmen wird eine wirksame Rührwirkung erreicht. Durch Rotation des geneigten Lanzenteiles kommt der wassergekühlte Teil der Lanze in Berührung mit der hochofenzelten Schlacke, so daß eine Erstarrung der Schlacke nahe der Lanze verhindert wird. Die Lanze ist mit einer Höhenverstelleinrichtung ausgerüstet, so daß die Lanze in eine geeignete Lage geführt werden kann.

Da mit dieser Vorrichtung eine sehr starke Rührwirkung erreicht wird, kann das Mischen der Hochofenschlacke und der Konverterschlacke, die unterschiedliche Viskosität und unterschiedliches spezifisches Gewicht und unterschiedliche Temperatur haben, äußerst wirkungsvoll durchgeführt werden.

- 13 -

- 15 -

Bei der Erfindung wird das sauerstoffhaltige Gas durch eine Lanze in die geschmolzene Schlacke geblasen. Dabei kann die Lanze in die Schlacke eingetaucht oder auch oberhalb der Schlacke angeordnet sein.

Durch Blasen des sauerstoffhaltigen Gases in die synthetische Schlacke werden gleichzeitig das metallische Eisen durch Oxidation entfernt und die geschmolzene Schlacke gerührt. Die Fluidität der synthetischen Schlacke ist nach dem vollständigen Entfernen des metallischen Eisens genauso gut wie die der Hochofenschlacke. Bei der Schlackengranulierung werden keine Explosionserscheinungen beobachtet. Daher können herkömmliche Vorrichtungen zur Schlackengranulierung von Hochofenschlacke gefahrlos verwendet werden. Da die Basizität und das T.Fe der synthetischen Schlacke höher sind als die der Hochofenschlacke, sind das spezifische Gewicht und die Dichte größer. Dadurch haben die bei der Schlackengranulierung entstehenden Schlackenteilchen eine größere Festigkeit als die Schlackenteilchen von Hochofenschlacke. Der Gehalt an freiem Kalk beträgt 0.05 bis 0.08 %, der fast der gleiche ist wie bei Hochofenschlacke. Im Vergleich zu dem Gehalt an freiem Kalk von 0.3 bis 1.5 % bei Konverterschlacke ist dieser Wert sehr gering. Daher lassen sich die Schlackenteilchen der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten synthetischen Schlacke vorteilhaft verwenden.

Wenn ein dünner, mehrschichtiger Schlackenguß in einer Schlackengrube (pit) mit Oxidationsbehandlung der synthetischen Schlacke durchgeführt wird, hat die so erzeugte luppenförmige Schlacke bessere physikalische Eigenschaften,

- 14 -

709832/0866



insbesondere hinsichtlich der Festigkeit, als die Hochofenschlacke, weil die Fluidität gut und der Gehalt an freiem Kalk gering ist. In dieser luppenförmigen Schlacke wurden keine metallischen Eisenteilchen beobachtet.

Gemäß dem Verfahren nach der Erfindung wird die Zusammensetzung der Konverterschlacke zur Zeit des Abstiches vorausgesetzt.

Die Menge an Hochofenschlacke zur Erzielung der geforderten chemischen Zusammensetzung der synthetischen Schlacke ist vorhanden. Dann wird das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt. Die Konverterschlacke kann unabhängig von ihrer Basizität und Zusammensetzung ohne Gefahr wirkungsvoll verwendet werden.

Im folgenden werden Beispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben.

In eine Schmelzschlackenpfanne, die 12 t von geschmolzener Hochofenschlacke enthält, die in Tabelle 2 angegebene chemische Zusammensetzung aufweist und einen  $\text{CaO/SiO}_2$ -Wert von 1.21, eine Temperatur von  $1410^\circ \text{C}$  und ein spezifisches Gewicht von 2.91 hat, werden 4 t geschmolzener Konverterschlacke mit der in Tabelle 2 angegebenen Zusammensetzung, mit einem  $\text{CaO-SiO}_2$ -Wert von 3.95, einer Temperatur von  $1650^\circ \text{C}$  und einem spezifischen Gewicht von 3.79 zugegeben und vermischt. Anschließend wird die Pfanne zu einer Schlackenverarbeitungsfabrik transportiert.

Tabelle 2

	CaO/SiO <sub>2</sub>	Chemische Zusammensetzung %							Metallisches Eisen %	Temperatur b. Mischen
		SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T.Fe	MnO	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S
Hochofenschlacke	1.21	35.09	42.46	14.02	0.80	0.56	0.73	2.46	0.04	1.45
Konverterschlacke	3.95	13.12	51.83	0.82	17.62	4.11	1.55	3.14	2.32	0.20
									4.5	1.650° C

\* Diese Spalte zeigt den metallischen Eisengehalt, der physikalisch in der Konverterschlacke gemischt ist und sich von der chemischen Zusammensetzung unterscheidet.

- 16 -

- 18 -

Nach 7 Minuten wird die Schlacke in eine ebene, 3 m breite und 6 m lange Schlackengießgrube gegossen und langsam abgekühlt. Dann wurde die Grube in 18 gleiche Abschnitte unterteilt. Aus jedem Teil wurden Proben entnommen und die chemische Zusammensetzung analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 angegeben, die die theoretische chemische Zusammensetzung der synthetischen Schlacke angibt, d.h. die chemische Zusammensetzung, die aus dem Mischungsverhältnis erhalten wird und wobei angenommen wird, daß bei jeder Schlackenzusammensetzung beide Schlacken vollständig gemischt sind. Die tatsächliche chemische Zusammensetzung der synthetischen Schlacke zeigt beträchtliche Schwankungen, die davon abhängen, wo die Probe entnommen worden ist, wie Tabelle 3 zeigt. Daraus ergibt sich, daß eine gleichmäßige Zusammensetzung der synthetischen Schlacke durch natürliches Mischen nicht erhalten werden kann. Insbesondere der physikalisch gemischte Metalleisengehalt schwankt sehr stark.

Unmittelbar nach dem ersten Guß in die Schlackengießgrube wurde reines Sauerstoffgas 8 Minuten lang kontinuierlich mit einer Menge von  $4 \text{ Nm}^3/\text{min}$  mit einem Stahlrohr, das einen Durchmesser von 1.9 cm hat, in die verbleibenden 12 t synthetische Schlacke geblasen. Nach ausreichender Oxidation und nach ausreichendem Mischen wurden 6 t der Schlacke in die ebene Schlackengießgrube gegossen, die die gleichen Abmessungen wie bei dem vorigen Ausführungsbeispiel hatte, und langsam abgekühlt. Wie oben beschrieben, wurden an 18 Stellen Proben entnommen und die chemische Zusammensetzung analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

- 17 -

709832/0866

- 17 -

-19-

Wie Tabelle 4 zeigt, sind die Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung der synthetischen Schlacke, die in die Grube gegossen wurde, nach dem Oxidationsblasen sehr gering. Die metallischen Eisenteilchen, die in der Schlacke physikalisch gemischt sind, zeigen geringe Werte, weil sie durch Oxidation aus der Schlacke entfernt worden sind.

Unmittelbar nach dem zweiten Abschlacken wurden 3 t der verbleibenden synthetischen, geschmolzenen Schlacke mit einer Schlackengranuliertvorrichtung granuliert. Die Fluidität der Schlacke war hervorragend, so daß der Fluß von konstanter Größe leicht war ohne Explosion. Die chemische Zusammensetzung der granulierten Schlacke ist in Tabelle 5 angegeben. Wie diese zeigt, weisen die Zusammensetzungsschwankungen und die metallischen Eisenteilchen, die in der Schlacke physikalisch gemischt sind, sehr geringe Werte auf.

Die physikalischen Eigenschaften der erstarrten synthetischen Schlacke nach der Oxidationsbehandlung und einem langsamen Abkühlen der oben beschriebenen Probe und die physikalischen Eigenschaften der erstarrten Hochofenschlacke und Konverterschlacke, die in die gleiche Gießgrube gegossen worden sind, sind in Tabelle 6 angegeben.

- 18 -

709832/0866

Tabelle 3

	CaO/SiO <sub>2</sub>	Chemische Zusammensetzung %										Metallisches Eisen %
		SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T.Fe	MnO	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S		
Theoretische chem. Zusammensetzung der synthetischen Schlacke	1.51	29.60	44.80	10.72	5.01	1.45	0.94	2.63	0.61	1.14	1.13	
Tatsächliche chemische Zusammensetzung der synthetischen Schlacke	1.46 ~ 1.61	28.20 ~ 31.15	43.55 ~ 45.90	8.26 ~ 13.15	3.95 ~ 6.09	1.16 ~ 1.74	0.79 ~ 1.08	2.50 ~ 2.86	0.39 ~ 0.82	0.90 ~ 1.42	0.65 ~ 2.72	

709832/0866

Tabelle 4

	CaO/SiO <sub>2</sub>	Chemische Zusammensetzung %									Gehalt an metallischen Eisenteilen %
		SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T.Fe	MnO	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	
Theoretische chem. Zusammensetzung der synthetischen Schlacke	1.51	29.60	44.80	10.72	6.14	1.45	0.94	2.63	0.61	1.14	0
Chemische Zusammensetzung der synthetischen Schlacke nach Oxidationsmischen	1.49 ~	29.49 ~	44.50 ~	10.18 ~	5.72 ~	1.12 ~	0.82 ~	2.38 ~	0.52 ~	0.50 ~	0.02 ~
	1.54	30.45	45.43	11.61	6.58	1.59	1.06	2.81	0.73	0.77	0.04

709832/0866

-22-

- 28 -

Tabelle 5

	CaO/SiO <sub>2</sub>	Chemische Zusammensetzung %									Gehalt an metallischen Eisenteilen %
		SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T.Fe	MnO	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	
Theoretische chem. Zusammensetzung der synthetischen Schlacke	1.51	29.60	44.80	10.72	6.14	1.45	0.94	2.63	0.61	1.14	0
Chemische Zusammensetzung des Schlackengranulats	1.48~	29.06~	44.40~	10.22~	5.74~	1.44~	0.78~	2.39~	0.37~	0.48~	0.02~
	1.53	29.94	45.28	11.42	6.48	1.86	1.04	2.62	0.64	0.65	0.03

709832/0866

Tabelle 6

	CaO/SiO <sub>2</sub>	Freier Kalk %	P h y s i k a l i s c h e E i g e n s c h a f t e n			
			Gewicht eines Einheitsvolumens	Wahres spezifisches Gewicht	Druck-Bruch-Festigkeit kg/cm <sup>2</sup> *	Druckfestigkeit in einer Richtung kg/cm <sup>2</sup>
Hochofenschlacke	1.21	0.182	1.84	2.91	122.1	22.0
Konverterschlacke	3.95	4.145	2.90	3.79	-	-
Synthetische Schlacke	1.52	0.195	2.10	3.14	240.5	35.1

\* durch brasilianische Festigkeitsprüfung



- 22 -

- 24 -

Der Gehalt an freiem Kalk der erstarrten Schlacke ist für die synthetische Schlacke und die Hochofenschlacke nahezu gleich. Der freie Kalk der Konverterschlacke<sup>hat</sup> aber einen über 20-fach größeren Wert. Die physikalische Festigkeit der synthetischen Schlacke ist wesentlich größer als die der Hochofenschlacke.

Die physikalischen Eigenschaften der granulierten synthetischen Schlacke und der Hochofenschlacke sind in Tabelle 7 angegeben. Beide Schlacken haben etwa den gleichen Gehalt an freiem Kalk, der aber wesentlich geringer ist als der Gehalt an freiem Kalk (0.3 bis 1.5 %) der Konverterschlacke.

Eine synthetische Schlacke, die die gleiche Zusammensetzung wie in Tabelle 3 hat, wurde unter Verwendung der Vorrichtung zur Bearbeitung eisenhaltiger, metallurgischer Schlacken (Fig. 2) oxidiert und umgerührt.

Wie Fig. 3 zeigt, wurde die gemischte Schlacke 3 mit einem Wagen 7 nach rechts unter die Lanze 1 gefahren. Die Welle 6 wird durch einen Antrieb, mit dem auch der Arm 4 in der Höhe verstellt werden kann, rotierend angetrieben und der Arm abgesenkt. In eine Sauerstoffeinlaßöffnung 13 eines drehbaren Anschlusses 11, der mehrere Rohre aufweist, wird reiner Sauerstoff geblasen. Die rotierende Lanze 1 wird abgesenkt und in die geschmolzene Schlacke eingetaucht.

Bei diesem Versuch wurde aus der Lanze 1, die zwei Zweigleitungen 2 aufweist, die einen Winkel von  $30^{\circ}$  mit dem vertikalen Lanzenabschnitt aufweisen, reines Sauerstoffgas in die

- 23 -

709832/0866

- 24 -

- 25 -

geschmolzene synthetische Schlacke geblasen. Die Schlacke hatte ein Gewicht von ungefähr 6 t, und das Sauerstoffgas wurde kontinuierlich 5 Minuten lang in einer Menge von  $6 \text{ Nm}^3/\text{min}$  in die Schlacke geblasen. Nach dem Umrühren durch den Sauerstoffgasstrom wurde die Schlacke in die Schlackengießgrube gegossen und langsam abgekühlt. An 18 Stellen wurden Proben der synthetischen Schlacke entnommen und ihre chemische Zusammensetzung analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 angegeben.

Die Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung der synthetischen Schlacke, die durch dieses Verfahren erhalten wird, und die metallischen Eisenteilchen, die physikalisch gemischt sind, haben geringe Werte und zeigen die Wirksamkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Da die rotierende, wassergekühlte Lanze in Berührung mit sehr heißen Schlackenteilchen kommt, blieb nur ein sehr kleiner Teil der Schmelze an der wassergekühlten Lanze hängen.

Die oben beschriebenen Wirkungen treten auf, wenn die Erfindung in einem integrierten Eisen- und Stahlwerk durchgeführt wird. Es können aber nicht nur Konverterschlacken, sondern auch eisenhaltige metallurgische Schlacken mit ähnlicher chemischer Zusammensetzung wirkungsvoll verwendet werden, ohne daß Verunreinigungsprobleme auftreten.

- 24 -

Tabelle 7

	CaO/SiO <sub>2</sub>	Freier Kalk %	Teilchengröße					
			5-3 mm	3-2 mm	2-1 mm	1-0.5 mm	weniger als 0.5 mm	Durchschnitt mm
Hochofenschlacke	1.21	0.05	2.9 %	14.8 %	46.8 %	27.5 %	8.0 %	1.41
Synthetische Schlacke	1.50	0.07	3.0	15.1	46.7	27.6	7.6	1.43

Tabelle 8

	CaO/SiO <sub>2</sub>	Chemische Zusammensetzung %									Gehalt an metallischen Eisenteilen %
		SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	T.Fe	MnO	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	
Vor Sauerstoff-rühren	1.46~	28.20~	43.55~	8.26~	3.95~	1.16~	0.79~	2.50~	0.39~	0.9~	0.65~
	1.61	31.15	45.90	13.15	6.09	1.74	1.08	2.86	0.82	1.42	2.72
Herkömmliches Blasen mit Lanzen	1.49~	29.49~	44.50~	10.18~	5.72~	1.12~	0.82~	2.38~	0.52~	0.5~	0.02~
	1.54	30.45	45.43	11.61	6.58	1.59	1.06	2.81	0.73	0.77	0.04
Erfindungs-gemäße Vorrichtung	1.47~	29.50~	43.8~	10.0~	5.52~	1.2~	0.91~	2.4~	0.4~	0.9~	0.02~
	1.51	30.2	45.9	11.2	6.29	1.6	0.95	2.8	0.6	1.0	0.03

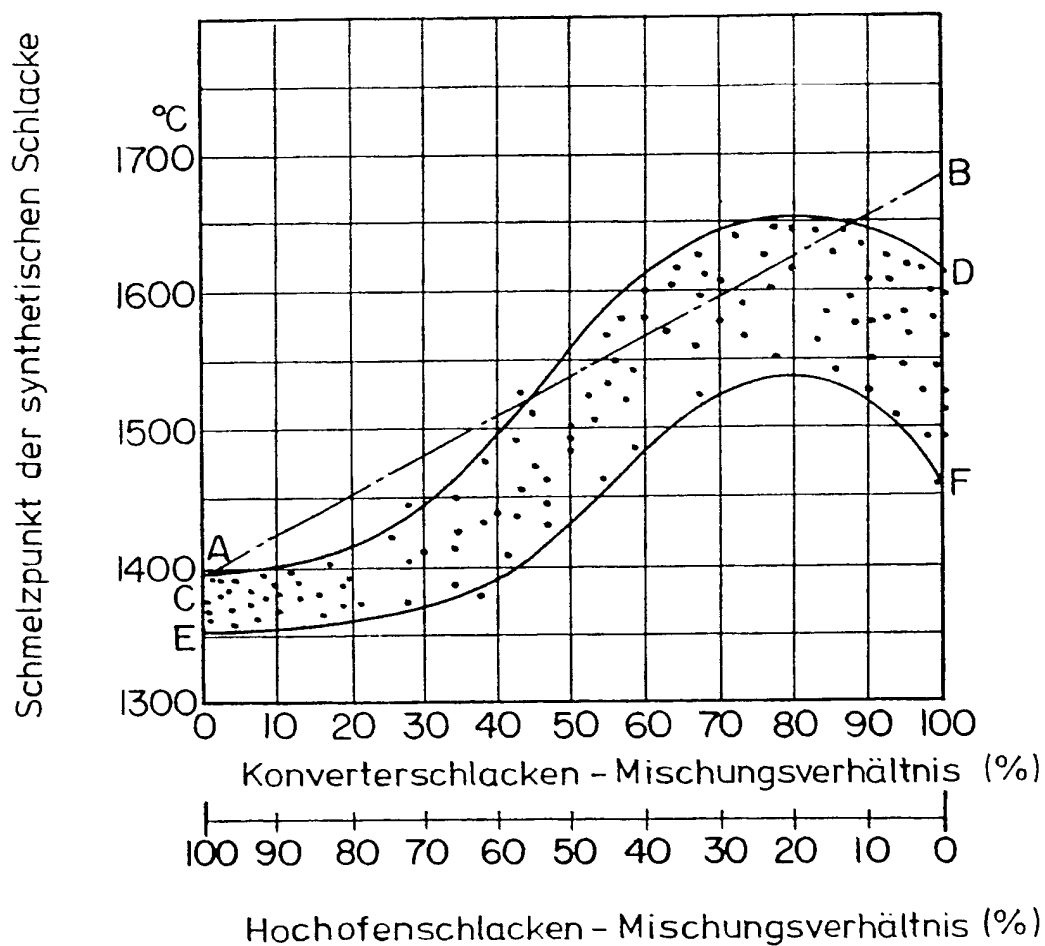
709832/0866

- 29 -  
2648220

Nummer: 26 48 220  
Int. Cl. 2: C 21 B 5/04  
Anmeldetag: 25. Oktober 1976  
Offenlegungstag: 11. August 1977

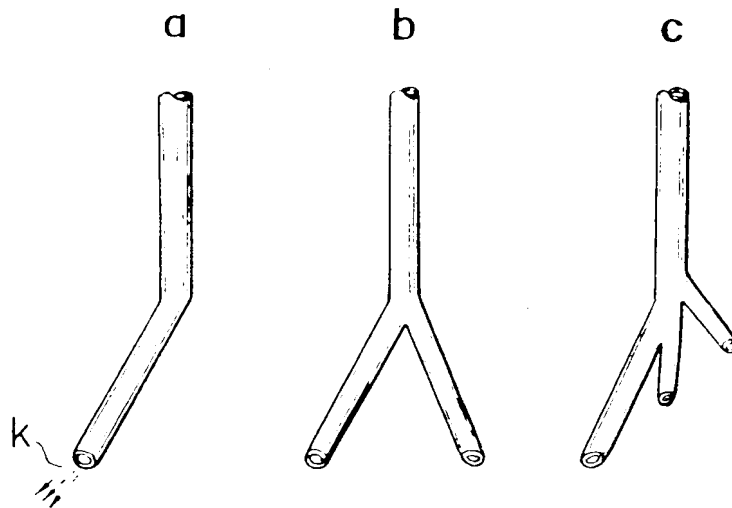
A 35 472

# FIG. 1



709832/0866

**FIG. 2**



**FIG. 3**

